

Ⅲ-A75 応力振幅のメンブレンペネトレーション補正法への影響

中央大学 学生員 ○岩澤 大
 同上 正会員 國生 剛治
 学生員 原 忠

1 目的

近年砂地盤のみでなく、ゆるく堆積した砂礫地盤が地震時に液状化した例がいくつか指摘されている。礫を多く含んだゆるい飽和供試体では三軸非排水繰返し試験により動的強度を求める場合、システムコンプライアンスの影響により液状化強度が実際よりも強く出てしまう恐れがある。その原因としてはチューブ、間隙水圧計などの間隙水圧測定システムが十分な剛性を持っていないためなどもあるが、なかでも供試体を包むゴム膜の凹凸に伴う体積変化(メンブレンペネトレーション、以下メンペメと略称)が供試体内の過剰間隙水圧の上昇を抑制することがある。そこで本研究では、利根川砂礫を再調整して作成した均等係数の異なる粒状材料を用いて液状化に至るまでの正確な繰返し回数 N_0 を求めるための繰返し回数に関する補正係数 C_N について検討してみた。

2 方法

時松らによる補正法¹⁾では図-1(a)に示すように三軸液状化試験の途中段階での間隙水圧の両振幅 Δu_d を用いて軸応力の両振幅 $\Delta \sigma_a$ との比の値 $D = \Delta u_d / \Delta \sigma_a$ を計算する。それよりメンブレンコンプライアンス C_{RM} を $C_{RM} = B/3D - 1$ により計算し、一方別途実験的に求めた関係 $\text{Log}_{10} C_N = 0.77 C_{RM}$ により補正係数 C_N を算出する。この式 C_N を用いて、液状化までの正弦波応力の繰返し回数の実験値 N_C を $N_0 = N_C / C_N$ により補正し、メンペネ補正後の繰返し回数 N_0 を求める。この方法は基本的に土を等方弾性体と仮定することにより得られるが、実際の土は歪み振幅(または応力振幅)が大きくなるほど非弾性的性質が顕著となる。一方、田中ら²⁾は液状化試験に先立って微少の軸応力振幅により非排水載荷し、その時の微少な間隙水圧振幅を用いて補正することを提案している。

ここでは図-1(b)に示すように軸応力を微少レベルから液状化するレベルまで段階的に増加させながら、上記の補正係数 C_N がどのように変化するかを検討する。用いた試料は均等係数が異なる利根川砂礫で、その粒径加積曲線を図-2に示す。試料No.1,2,3はそれぞれ均等係数が1.2, 3.8, 13である。供試体作成法はウェットタンピング法を用いて粒子の分級を防いだ。試料の相対密度は $Dr = 15, 37, 50\%$ の3段階に変化させて試料を作成し、各試料について非排水状態で2波ずつ軸応力を加えた。なお、3段階の相対密度 $Dr = 15, 37, 50\%$ の実際のばらつきの範囲は $Dr = \text{平均値} \pm 5\%$ 以内である。また、相対密度の基準となる最大・最小密度は文献(3)に示す方法で求めた。

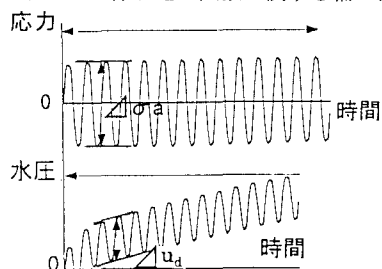


図-1(a)液状化試験での Δu の測定

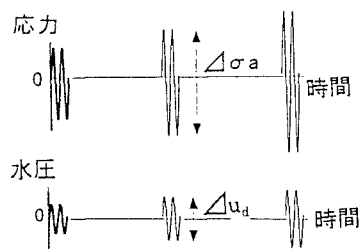


図-1(b)応力振幅を段階的に増加させる試験での Δu の測定

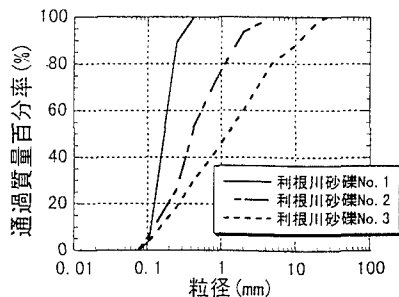


図-2 粒径加積曲線

キーワード 相対密度、均等係数、繰返し回数に関する補正係数 C_N

メンブレンコンプライアンス C_{RM} 、メンブレンペネトレーション

連絡先：〒112-8551 文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科土質研究室 TEL 03-3817-1799

3 試験結果

繰り返し応力比 $\sigma_d/2\sigma'_c$ と補正係数 C_N の関係を示したものが図-2(a),(b)である。ここに σ_d は動的な軸応力片振幅、 σ'_c は有効拘側圧である。この図より試料 No.1,3 とともに相対密度の違いにより補正係数 C_N と応力比との関係に違いがみられ、 $Dr \approx 15\%$ ではやや右上がりに増加し、 $Dr \approx 37\%$ ではほぼ一定値をとる。そして、 $Dr \approx 50\%$ ではやや減少傾向を示している。また、試料 No.1 と No.3 の比較より No.3 の方が補正係数 C_N が多少高い値となっている。これは均等係数が大きい No.3 の方が礫分が多く含まれているため、メンブレンペネトレーションが顕著に生じたためと考えられる。しかし、試料の違いにかかわらず $C_N = 1.5 \sim 2.5$ の範囲にあり、同じ相対密度でみた補正係数 C_N の変化はどちらも同じ傾向を示していることは興味深い。

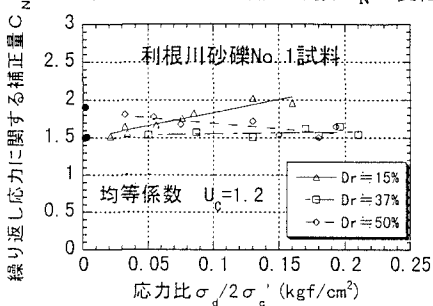


図-2(a) 応力比と補正係数 C_N の関係

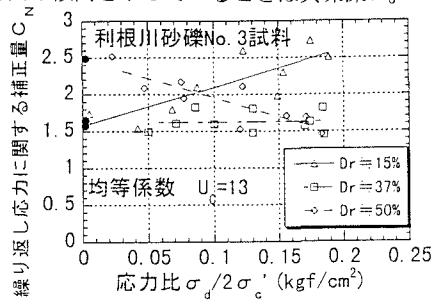


図-2(b) 応力比と補正係数 C_N の関係

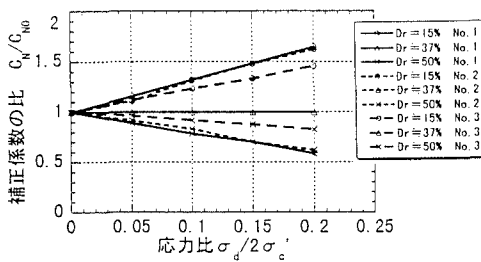


図-3 C_N/C_{N0} と応力比の関係

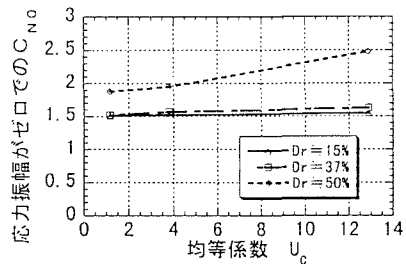


図-4 均等係数と補正係数 C_N の関係

図-2 においてデータを近似した直線を外挿して応力比=0 の軸と交わった点(図中の黒丸印)で得られる C_{N0} が土のダイラテンシー特性などの非弾性的性質を最も排除した補正係数と考える。この C_{N0} は試料の相対密度によって異なり、 $Dr \approx 15\%$ と 37% の場合は $C_{N0} \approx 1.5$ であるが、 $Dr \approx 50\%$ の場合はそれより大きい値をとる。これは供試体の側面の平坦度が密度により異なるためと推察される。図-3 では正規化した C_N/C_{N0} を応力比に対して整理したもので、これより $Dr \approx 37\%$ 付近を境界にして応力比が大きくなると共にそれにより得られる補正係数 C_N が過大評価あるいは過小評価される傾向があることがわかる。また、この傾向は粒度分布の違いにもかかわらず相対密度によりほぼ統一的に評価できることもわかる。図-4 は均等係数と応力振幅がゼロでの C_{N0} の関係を表し、 $Dr \approx 15\%, 37\%$ はほぼ一定となるが $Dr \approx 50\%$ に関しては増加傾向にある。これにより応力比が無限小の場合の補正係数 C_N は $Dr \approx 50\%$ 程度になると $C_{N0} = 1.5$ から $C_{N0} = 2.0$ 程度に増加する傾向があるものと思われる。

4 まとめ

- (1) C_N にはあきらかに応力振幅依存性が見られ、その変化傾向は試料の相対密度の大きさにより逆転する。
- (2) 供試体試料の相対密度と粒度によりおおよその補正係数 C_N を推定できる可能性が示された。

<<参考文献>> (1)時松孝次、田中敬三(1986):「液状化試験に対する Membrane Penetration の簡便な評価方法」土の非排水繰り返し試験に関するシンポジウム P85-88 (2)田中幸久、國生剛治、吉田保夫、工藤康二(1988):「システムコンプライアンスによる砂礫の動的強度測定誤差の評価方法」電力中央研究所報告 U89040 (3)國生剛治、原 忠(1997):「礫質土の最大最小密度試験法の検討」土木学会